

Publication number : 2002-082340

Date of publication of application : 22.03.2002

---

Int.Cl. G02F 1/1339 G02F 1/1333 G09F 9/00

5 G09F 9/30

---

Application number : 2000-272578

Applicant : FUJI XEROX CO LTD

Date of filing : 08.09.2000

10 Inventor :

SUZUKI SADAICHI

SATO MITSURU

TANAKA SHUNEI

HIJI NAOKI

15 HIKIJI TAKETO

YAMAMOTO SHIGERU

---

## METHOD FOR MANUFACTURING FLAT PANEL DISPLAY

20 [Abstract]

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for manufacturing a flat panel display, where the distance between substrates can be kept constant by fine barrier ribs, without exerting adverse influence on the substrates.

SOLUTION: The method for manufacturing the flat panel display, having a display substance 33 interposed between substrates 31 and 34 comprises; first

a barrier rib member 32 performed by a laser abrasion machining is fixed onto the lower substrate 31, next the display substance 33 is injected on the barrier member 32 and the upper substrate 34 covered over the display substance 33 so as to prevent air from entering into between them.

[Claims]

[Claim 1]

A method of manufacturing a flat panel display including a display material interposed between two substrates comprising holding a previously 5 manufactured partition member on a first substrate, injecting a display material on the partition member, and laminating a second substrate on the display material.

[Claim 2]

10 The method of claim 1, wherein the partition member is manufactured using laser ablation.

[Claim 3]

The method of claim 1 or 2, wherein the partition member is formed of 15 any one material selected from the group consisting of dielectric materials, polymer materials, metal foils, and the combinations thereof.

[Claim 4]

The method of any one of claims 1 to 3, wherein the partition member

has at least one shape selected from the group consisting of triangular, quadrangular, ladder, matrix, honeycomb, and stripe shapes.

[Claim 5]

5 The method of any one of claims 1 to 4, wherein the partition member is used as a spacer to control a gap between the substrates.

[Claim 6]

10 The method of any one of claims 1 to 5, wherein the substrates are formed of a flexible material.

[Claim 7]

A method of manufacturing a flat panel display including liquid crystals interposed between the two substrates comprising forming an alignment film  
15 on a first substrate, holding a previously manufactured partition member on the first substrate having the alignment film formed thereon, injecting liquid crystals on the partition member, and laminating a second substrate on the liquid crystals.

[Claim 8]

The method of claim 7, further comprising applying a UV curable resin on the partition member before holding the partition member on the substrate.

5 [Claim 9]

The method of claim 7 or 8, wherein the liquid crystals are cholesteric liquid crystals.

[Claim 10]

10 The method of claim 9, wherein pressure of 8 kg/cm<sup>2</sup> or more is applied between the substrates so that liquid crystals are maintained in a planar state.

[Title of the invention]

## METHOD FOR MANUFACTURING FLAT PANEL DISPLAY

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

5        The present invention relates to a method of manufacturing a flat panel display (FPD), such as a liquid crystal display (LCD).

[Description of the Prior Art]

Recently, because FPDs have decreased in price, they are beginning to  
10    be widely supplied, instead of a conventional Braun-tube type CRT display.  
  
Examples of the FPD include LCDs manufactured by injecting liquid crystals  
between the substrates and then applying voltage to change the alignment of  
the liquid crystals, thus altering polarizing properties to control a display state.  
  
In addition, a plasma display panel (PDP) is used to display light emission by  
15    electrically discharging gas supplied between substrates and enclosed therein,  
and exciting a fluorescent material. In addition, an organic EL display is used  
to emit light by providing a hole transporting layer, a light emitting layer, and an  
electron transporting layer between substrates and applying electricity to the  
layers.

The above-mentioned displays are commonly driven, depending on the application of voltage between the substrates therein. Thus, the control of the gap between the substrates is an important technique for manufacturing displays. The reason is that a non-uniform gap between the substrates leads 5 to a change of electrical strength or optical properties, therefore generating display stains. Consequently, the display decreases in quality. Moreover, displays may break down once in a while. Hence, in the case where the gap between the substrates easily becomes non-uniform due to the application of pressure, the quality of the display is decreased even under slightly applied 10 pressure, requiring techniques for maintaining a uniform gap between substrates.

Below, the case of an LCD is briefly explained. To uniformly maintain the gap between substrates of the LCD, the following technique is known and thus frequently used, and comprises distributing spherical particles, called 15 spacers, which have a diameter of ones of  $\mu\text{m}$  and are formed of plastic, such as silica or polystyrene, between glass substrates, thus uniformly maintaining a gap between the substrates. This technique, which is regarded to be excellent for uniformly maintaining the gap between substrates, may be mainly applied to STN type LCDs, or TN type LCDs, such as TFT-LCD (Thin Film Transistor

driven Liquid Crystal Display) using glass substrates. However, displays using a glass substrate are disadvantageous because they are heavy, not portable, and also may easily break due to impact. Accordingly, a structure using a flexible substrate has been devised.

5        However, even when the flexible substrate, such as a plastic substrate, is used, the gap between the substrates may be non-uniform when slight pressure is applied. Since the gap between the substrates is greatly changed by external pressure, the plastic substrates have problems in stably maintaining the gap therebetween. Further, it is known that loss of display  
10    contents, display stains, or color changes may occur due to the unstably aligned liquid crystals. To solve the problems, methods of uniformly maintaining a gap between substrates by forming a column using a printing process, or by forming a partition through photolithography using a photosensitive resin such as a resist, have been proposed. In this way, the  
15    formation of the column or partition results in stably aligned liquid crystals even under external pressure.

      In cholesteric LCDs, both a planar state, which is a selective reflection state for efficiently reflecting light having a predetermined wavelength, and a focal conic state, which a transparent or scattered state, are used as display

modes. Further, respective states have memory properties, and hence, may be maintained even if the application of the voltage is stopped. In the planar state, the helix axis of cholesteric liquid crystals is aligned perpendicular to the substrate, and Bragg reflection in the visible light range occurs, corresponding 5 to the helix pitches of cholesteric liquid crystals. Thus, the planar state is used in a reflection type display.

On the other hand, in the focal conic state, the helix axis is tilted parallel to the substrate, and the helical multilayer structure does not appear when observed from the substrate. Thus, light is transmitted and observed to be 10 transparent. In addition, in the focal conic state, due to the presence of a plurality of structural defects, while the gap between the substrates is increased, light is scattered, thus having a whitening effect. Such a state is very sensitive to pressure, and hence, the conventional process of distributing spacers is disadvantageous because the gap between the substrates may be 15 easily changed even with the use of the glass substrate, differently aligning the liquid crystals. In such cases, the formation of the partition or column on the flexible substrate, as well as the glass substrate, may be effective.

A method of forming a column using a printing process is disclosed in Japanese Patent Laid-open Publication No. Hei. 11-109368, which comprises

mixing a thermoplastic polymer with a spherical spacer, to form a resin structure using a screen plate or a metal mask. The resin structure includes polyvinyl chloride resins, polyvinylidene chloride resins, or polyvinyl acetate resins. In addition, a method of using a photosensitive resin, such as a resist, 5 is disclosed in Patent No. 2669609, which comprises applying a photosensitive polymer material on a glass substrate or a flexible substrate, radiating light onto a mask pattern using lithography, and then developing it, to form a resin bank. The polymer material constituting the bank includes polyamides, polyesters, polyimides, or polyethersulfones.

10

[Problems to be Solved by the Invention]

However, the printing method is disadvantageous because fine line widths cannot be realized in the resin structure, the columns are irregularly high, a heating process is required to use a thermoplastic polymer, and the 15 flexible substrate should be treated at a high temperature. The flexible substrate has shortcomings, such as weakness at a high temperature, or deformation at temperatures exceeding a glass transition point, and thus, its flatness may be reduced. The method using a photosensitive resin is disadvantageous because it requires a long time period, by subjecting the

applied resist to pre-baking, exposing, developing and post-baking. Upon development, since the resist is removed using a developing liquid, the alignment film or the thin film on the substrate may directly contact the developing liquid. Thus, the substrate including the alignment film may be 5 damaged. In typical LCDs, since a substrate is formed to a thickness of about 5  $\mu\text{m}$ , the photoresist for formation of partitions should be applied to be tens of times thicker than for the formation of an integrated circuit pattern. As such, the line width of the resist serving as a partition is limited to 10  $\mu\text{m}$ .

Therefore, an object of the present invention is to provide a method of 10 manufacturing an FDP, which does not negatively affect the substrate, and has a uniformly maintained gap between substrates due to fine partitions.

#### [Means for Solving the Problem]

To achieve the above object, the present invention provides a method of 15 manufacturing a flat panel display including a display material interposed between two substrates, comprising holding a previously manufactured partition member on a first substrate, injecting a display material on the partition member, and laminating a second substrate on the display material. As such, the partition member is preferably obtained using laser ablation. The

partition member may be formed of any one material selected from the group consisting of dielectric materials, polymer materials, metal foils, and combinations thereof. In addition, the partition member may be patterned in at least one shape selected from the group consisting of triangular, quadrangular, 5 ladder, matrix, honeycomb, and stripe shapes. The partition member may be used as a spacer to control a gap between the substrates, and may be formed of a flexible material.

In addition, the present invention provides a method of manufacturing a flat panel display including liquid crystals interposed between two substrates, 10 comprising forming an alignment film on a first substrate, holding a previously manufactured partition member on the first substrate having the alignment film formed thereon, injecting liquid crystals on the partition member, and laminating a second substrate on the liquid crystals. As such, the above method may further comprise applying a UV curable resin on the partition 15 member, before holding the partition member on the substrate. As liquid crystals, cholesteric liquid crystals may be used. Also, pressure of 8 kg/cm<sup>2</sup> or more is applied between the substrates to maintain the liquid crystals in a planar state. Thereby, even if cells are formed using a flexible substrate such as a plastic substrate, they may both exhibit sufficient strength and maintain a

uniform gap between substrates. Further, the FDP may be manufactured as the substrate is not deformed.

[Embodiment of the Invention]

5        In a method of manufacturing an FPD according to the present invention, a reticulate sheet is previously prepared, serving as a partition member which is interposed between substrates to maintain a uniform gap therebetween. Thus, a method of manufacturing a reticulate sheet and then a method of manufacturing an FPD are described.

10       FIG. 1 is a view showing the device for manufacturing a reticulate sheet using a laser. As shown in the drawing, on a moving stage 11, a fibrous body 12 and then a polyimide film 13 to be processed into a reticulate sheet are sequentially placed. Onto the polyimide film 13, a laser 10 is radiated through an excimer laser generator 14, a mask 15, an optical concave lens 16 and then 15 a mirror 17. In addition, an assist gas is sprayed onto the surface of the polyimide film 13 on which the laser is radiated, using an assist gas sprayer 18. In the present invention, a KrF laser generator is used as the excimer laser generator 14, and the partitions of the reticulate sheet are manufactured using laser ablation. Although the maximal output of the KrF laser generator is 400

mJ, the laser is generated at 100 Hz as 200 mJ/pulse in the present invention, to perform the process.

The 7  $\mu\text{m}$  thick polyimide film 13 is held on the moving stage 11 by use of a vacuum chuck, while sandwiching the fibrous body 12 (e.g., paper not generating dust) serving as a cushioning material between the moving stage 11 and the polyimide film 13. The fibrous body 12 functions to easily separate the thin polyimide film 13 from the moving stage 11 after the laser ablation. As the mask 15 for use in the radiation of the laser, a mask having a reticulate pattern for shielding from a laser may be used. The reticulate mask is formed of a dielectric multilayer film, and almost 100% of unnecessary laser light is reflected from the dielectric multilayer film, thus obtaining a desired pattern. The mesh in the reticulate pattern has a size of 400  $\mu\text{m}$ . The partitions of the mask are 20  $\mu\text{m}$  wide. In the present invention, although a reflection mirror of a dielectric multilayer film is used, an inexpensive metal mask may also be used as the mask.

After the exposure mask pattern is decreased to 1/4 of its original size using the optical concave lens 16, it is radiated onto the polyimide film 13. When the polyimide film 13 is processed, the assist gas (oxygen) is sprayed near the processing portion of the polyimide film from the assist gas sprayer 18

to accelerate the stable gasification of plasma emitted by the ablation. In addition, the wind force of the assist gas accelerates the transportation of the material and may prevent the contamination of the polyimide film 13. The radiation time of the laser onto one region is 0.7 sec. That is, the polyimide 5 film 13 is vaporized by radiating a 70-shot laser, and thus, the partitions may be formed.

FIGS. 2a and 2b are plan views showing examples of the reticulate sheet serving as the partition member. As shown in FIG. 2a, partitions are formed into a regular square pattern having a line width of 5  $\mu\text{m}$  at intervals of 10 100  $\mu\text{m}$  on the polyimide film 13. Also, the partition pattern may be formed into a ladder shape as shown in FIG. 2b.

FIGS. 3a to 3c are views showing the process of manufacturing an FPD according to the present invention, in which a flexible substrate is used. For example, a 125  $\mu\text{m}$  thick polycarbonate (PC) substrate may be used. A lower 15 substrate 31 is formed as follows. First, on the PC substrate, an ITO (indium-tin-oxide) film is deposited using sputtering. Then, through the photolithographic process, stripe-shaped matrix electrodes are formed on the PC substrate. Subsequently, to prevent the reflection from the ITO film, a reflection prevention film (e.g., H8000 available from Nissan Chemical Co. Ltd.,

Japan) is provided on the electrode. Further, an alignment film formed of polyimide is applied, thereby obtaining a desired lower substrate 31.

Subsequently, a previously manufactured reticulate sheet 32, which has an about 500 Å thick UV curable resin layer applied thereon in a UV curable resin atmosphere, is disposed on the lower substrate 31, as shown in FIG. 3a. In addition, the reticulate sheet 32 may be laminated on the surface of the alignment film of the lower substrate 31. FIG. 4 is a perspective view showing the above state. Then, while UV rays are radiated, the reticulate sheet 32 is held on the lower substrate 31 via the UV curable resin. As shown in FIG. 3b, 10 cholesteric liquid crystals (chiral nematic liquid crystals) 33 are added in droplets on the reticulate sheet 32. As shown in FIG. 3c, an upper substrate 34 is laminated on the liquid crystals 33. It is noted that air is not introduced between the substrates. The liquid crystals 33 are provided in the partitions of the reticulate sheet 32, and unnecessary liquid crystals are removed, after 15 which the substrates 31 and 34 are enclosed, to manufacture a liquid crystal cell. FIG. 5 is a partial sectional view showing the process of forming such a liquid crystal cell. When voltage is applied to the liquid crystal cell thus manufactured, a planar state is formed, thus observing green selective reflection light. The planar state was confirmed to be maintained even under

pressure of 8 kg/cm<sup>2</sup> or more.

In the present invention, when the reticulate sheet serving as a partition member is manufactured, a laser ablation process is used, which is specifically explained below. In the laser ablation process, an excimer laser using gas, 5 such as ArF, XeCl, KrF, etc., is mainly utilized. The excimer laser is UV light having short wavelengths, and thus, has high photon energy. When radiating the excimer laser onto a predetermined material, molecular bonds constituting the material are cut, and the molecule is decomposed, thus realizing a plasma state.

10 The plasma state is a gas state of atoms ionized to positive charges and negative charges, and is easily dispersed. The plasma state itself is unstable, that is, chemically active, and may damage the surrounding atmosphere, however it is oxidized by an assist gas, such as oxygen, for use in the acceleration of stable gasification. Thereby, negative effects of the plasma on 15 the surrounding atmosphere may be drastically reduced. Since this process acts to instantaneously cut the molecular bonds so as to decompose the molecule, it is little affected by heat, unlike dissolution. Hence, this process does not thermally deform the thin film, and is suitable for a fining process.

Since the polymer material is composed mainly of molecular bonds,

such as C-C, C=C, C-H, etc., it may be selectively cut through multi-photons by the radiation of excimer laser, realizing the plasma state of the molecule or atom. When using a polyimide film, polyimide in a plasma state is combined with an assist gas or oxygen present in air to form carbon dioxide or water vapor, which is then dispersed. Thus, even if a very thin polymer film having a thickness of ones of  $\mu\text{m}$  is used, it is not thermally deformed, and may undergo a fining process of a mask pattern.

Also, regarding the process portion or circumferential contamination by laser ablation, the assist gas, such as oxygen, functions to accelerate the 10 gasification of the process material in a plasma state and to sufficiently inhibit contamination or particle generation. However, a polymer residue may remain at the polymer-removed portion, and thus, be undesirably deposited to be thin on the fibrous body (e.g., paper not generating dust) for use in holding the polyimide film. Since the laser is radiated onto the process material, such as a 15 resin, through the optical concave lens, the size of the mask of the actual material may be accurately decreased and a desired pattern may be formed with high accuracy.

By processing the polymer film using laser ablation in the present invention, the reticulate sheet may be variously formed into triangular,

quadrangular, ladder, matrix, honeycomb, and stripe shapes, and is bonded on the flexible substrate to form partitions. That is, in the present invention, a cell stable to the application of pressure may be manufactured by radiating the laser onto the film member using laser ablation, to form a reticulate sheet 5 having fine partitions that was not produced by conventional techniques, which is then positioned between the substrates.

The method of forming partitions using laser ablation is disclosed in Japanese Laid-open Publication No. Hei. 9-90327, which comprises radiating a laser onto a glass substrate on which a polymer material was previously 10 applied, to remove unnecessary polymer material, thus forming partitions. However, this method is disadvantageous because the alignment film, the insulating film, or the transparent electrode, disposed on the glass substrate, may be damaged by laser ablation. In addition, when the flexible substrate is used, the substrate itself may be damaged by laser ablation. To avoid such 15 damage, high accuracy is required in the control of the laser. Thus, it is difficult to actually perform the above method. Further, when the glass substrate is used, although the polymer material dispersed by laser ablation is absent from the partitions, it remains as impurities on the removed portion and is difficult to remove. In the present invention, since the reticulate sheet, which was

previously manufactured from a polymer material by laser ablation, is positioned between the substrates, the above problems do not occur.

The partitions may be formed into a reticulate pattern having regular intervals of 10  $\mu\text{m}$  and a width of 5  $\mu\text{m}$  by laser ablation. In this way, very fine 5 partitions may be formed, and thus, a highly accurate reticulate sheet may be obtained, to manufacture an FPD having a high opening ratio. In the case where fine partitions need not be formed, the above reticulate sheet may be manufactured even by a heating process using a carbon dioxide laser.

The reticulate sheet thus formed is laminated on the lower substrate, 10 after which liquid crystals are added in droplets on the reticulate sheet. Then, the upper substrate is laminated on the liquid crystals so that air is not introduced between the substrates. The externally leaking liquid crystals are removed, completing liquid crystal cells. The partition forming process of the present invention is advantageous because it theoretically has no influence on 15 the alignment film on the substrate or other functional films thereon, whereas the above films are significantly affected by a conventional resist process.

In the case where the excimer laser beams are limited to a radius of tens of mm, when manufacturing a reticulate sheet for use in 20 inch sized LCDs, a single radiation of a laser cannot form all partitions. Therefore, while

varying the radiation positions, a plurality of lasers may be radiated. In addition, although the method of manufacturing an LCD is embodied in the present invention, the present invention is not limited thereto and may be applied to other FPDs.

5

**[Effect of the Invention]**

As described hereinbefore, the present invention provides a method of manufacturing an FPD, which is advantageous because manufacturing efficiency is high, and the FPD is stable to the application of pressure. Further, 10 since the method of the present invention does not negatively affect the substrate and is used to form fine partitions, the FPD having a high opening ratio can be manufactured.

**[Description of Drawings]**

15 FIG. 1 is a view showing the device for manufacturing a reticulate sheet using a laser, according to the present invention;

FIGS. 2a and 2b are plan views showing the examples of the reticulate sheet;

FIGS. 3a to 3c are views showing the process of manufacturing an FPD,

according to the present invention;

FIG. 4 is a perspective view showing the reticulate sheet held on the lower substrate, according to the present invention; and

FIG. 5 is a partial sectional view showing the process of laminating the 5 upper substrate on a display material (liquid crystals), according to the present invention.

(Description of the Reference Numerals in the Drawings)

- 31: lower substrate
- 10 32: reticulate sheet
- 33: display material (liquid crystals)
- 34: upper substrate
- (10: laser
- 11: moving stage
- 15 12: fibrous body
- 13: polyimide film
- 14: excimer laser generator
- 15: mask
- 16: optical concave lens

17: mirror

18: assist gas sprayer)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-82340

(P2002-82340A)

(43)公開日 平成14年3月22日 (2002.3.22)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 F	1/1339	5 0 0
	1/1333	5 0 0
G 0 9 F	9/00	3 3 8
	9/30	3 2 0

識別記号

F I

テ-マゴト<sup>7</sup>(参考)

C 0 2 F	1/1339	5 0 0	2 H 0 8 9
	1/1333	5 0 0	2 H 0 9 0
C 0 9 F	9/00	3 3 8	5 C 0 9 4
	9/30	3 2 0	5 G 4 3 5

審査請求 未請求 請求項の数10 O.L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願2000-272578(P2000-272578)

(22)出願日

平成12年9月8日 (2000.9.8)

(71)出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社  
東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72)発明者 鈴木 貞一

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ  
ックス株式会社海老名事業所内

(72)発明者 佐藤 満

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ  
ックス株式会社海老名事業所内

(74)代理人 100090583

弁理士 田中 清 (外1名)

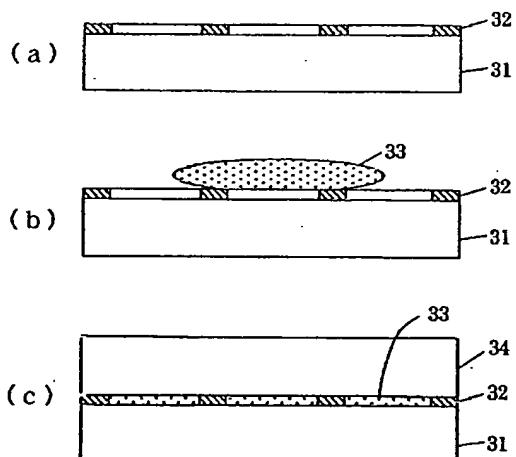
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 フラットパネルディスプレイの作製方法

(57)【要約】

【課題】 基板に悪影響を与えることなく微細隔壁で基板間距離を一定に保つことのできるフラットパネルディスプレイの作製方法を提供する。

【解決手段】 基板31, 34間に表示物質33を挟持するフラットパネルディスプレイを作製する方法であつて、まず、レーザーアブレーション加工により予め作製された隔壁部材32を下部基板31上に固定する。次に、隔壁部材32上に表示物質33を注入する。続いて、この表示物質33上に上部基板34を空気が入らないようにして覆い被せて、フラットパネルディスプレイを作製する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板間に表示物質を挟持するフラットパネルディスプレイの作製方法であって、予め作製された隔壁部材を一方の基板上に固定する工程と、前記隔壁部材上に表示物質を注入する工程と、前記表示物質上に他方の基板を覆い被せる工程とを含むことを特徴とするフラットパネルディスプレイの作製方法。

【請求項2】 前記隔壁部材が、レーザーアブレーション加工により作製されたものであることを特徴とする請求項1記載のフラットパネルディスプレイの作製方法。

【請求項3】 前記隔壁部材が、誘電体材料、高分子材料および金属薄膜の群から選ばれる少なくとも1つの材料から形成されることを特徴とする請求項1または2記載のフラットパネルディスプレイの作製方法。

【請求項4】 前記隔壁部材が、三角形、四角形、梯子状、マトリックス状、ハニカム状およびストライプ状の群から選ばれる少なくとも1つの形状のパターンを有することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のフラットパネルディスプレイの作製方法。

【請求項5】 前記隔壁部材が、基板間距離を規定するスペーサーとして用いられることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のフラットパネルディスプレイの作製方法。

【請求項6】 前記基板が、可撓性材料からなることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のフラットパネルディスプレイの作製方法。

【請求項7】 基板間に液晶を挟持する液晶ディスプレイの作製方法であって、一方の基板上に配向膜を形成する工程と、前記配向膜の形成された基板に予め作製された隔壁部材を固定する工程と、前記隔壁部材上に液晶を注入する工程と、前記液晶上に他方の基板を覆い被せる工程とを含むことを特徴とする液晶ディスプレイの作製方法。

【請求項8】 前記隔壁部材の基板への固定に先立って、前記隔壁部材に紫外線硬化樹脂を着膜する工程を含むことを特徴とする請求項7記載の液晶ディスプレイの作製方法。

【請求項9】 前記液晶がコレステリック液晶であることを特徴とする請求項7または8記載の液晶ディスプレイの作製方法。

【請求項10】 基板間に印加される少なくとも8kg/cm<sup>2</sup>の圧力に対して、前記液晶がプレーナー状態を維持するようにしたことを特徴とする請求項9記載の液晶ディスプレイの作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、液晶ディスプレイ等のフラットパネルディスプレイの作製方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、フラットパネルディスプレイは、それが低価格で提供されるようになったことから、ブルーン管方式のCRTディスプレイに代わるものとして広く普及し始めている。フラットパネルディスプレイには、例えば、次のようなものがある。まず、液晶ディスプレイは、基板と基板の間に液晶を注入し、その配向状態を電圧印加で変化させることにより偏光特性を変えて表示状態を制御する。また、プラズマディスプレイ(PDP)は、基板間にガスを封入して放電させ蛍光体を励起して発光表示させるものである。さらに、有機ELディスプレイは、基板間にホール輸送層と発光層、電子輸送層を設け通電して発光させるものである。

【0003】 これらのディスプレイは、いずれも基板と基板の間に電圧を印加して動作させる原理に基づいている。そのため、基板間距離の制御は、ディスプレイ作製技術にとって重要である。それは基板間距離のばらつきが、電界強度を変化させたり、あるいは光学特性を変化させたりして、表示ムラ等品質の低下を引き起こすからであり、また、時には表示内容を破壊することもある。従って、圧力等の印加により基板間ギャップが変動を受けやすい場合には、多少の加圧によっても表示品質が劣化するため、この基板間隔を常に一定に保持する技術が要求される。

【0004】 以下では説明を簡略化するために、液晶ディスプレイを例に取って説明する。液晶ディスプレイの基板間ギャップを一定に保つ技術としては次の技術が知られており、頻繁に用いられている。その技術とは、ガラス基板間にシリカやポリスチレンなどのプラスティックで作製された、スペーサーと呼ばれる数ミクロンの粒径のそろった球状粒子を散布し、基板間距離を一定に保つものである。この技術は、基板間の距離を一定に保つには非常に優れた方法であり、ガラス基板を用いたTFTLCD(薄膜トランジスタ駆動液晶ディスプレイ)のようなTN型液晶ディスプレイ、STN型液晶ディスプレイに多用されている。しかし、ガラス基板を用いたディスプレイは質量が大きく、携帯に不便であり、また衝撃が加わると破損しやすいと言う欠点がある。そこで可撓性基板を用いた構造が研究されている。

【0005】 プラスティック基板など可撓性のある基板を用いた場合には、わずかな圧力が印加された場合であっても、基板間隔を一定に保つことは容易でない。外圧を印加すると基板間隔が大きく変動するため、安定したギャップを維持できないことは、特にプラスティック基板に於いては顕著である。そのため、液晶の配向状態が不安定になり、表示内容の消失、表示ムラ、あるいは色変化が発生することが知られている。これらの問題を解決するため、印刷法により柱状壁を印刷形成して基板間距離を一定に保つ方法、あるいは、レジストのような感光性樹脂を用いてフォトリソグラフィー法により隔壁を形成し、基板間距離を一定に保持する方法が知られてい

る。このような隔壁や柱状壁を配設する事により、液晶の配向状態は外圧に対して著しく安定となる。

【0006】ところで、コレステリック液晶ディスプレイでは、特定の波長の光を効率よく反射する選択反射状態であるプレーナー状態と、透明または散乱状態であるフォーカルコニック状態とが、その表示モードとして利用されるが、これらはどちらもメモリ一性があり、電圧の印加を停止してもその状態が無電源で保持される。プレーナー状態は、コレステリック液晶の螺旋軸が基板に対して垂直となった配向状態であり、コレステリック液晶の螺旋ピッチに対応して可視域のBragg反射が起こる。そのため反射型ディスプレイとして利用される。

【0007】一方、フォーカルコニック状態は、上記螺旋軸が基板に対して平行に傾斜した状態であり、基板側から観測したときには、螺旋の多層構造が見えない。そのため光は透過され、透明状態となる。又、一般にはフォーカルコニック状態では構造欠陥が多数存在し、そのため基板間距離が増すと光が散乱し、白濁モードとなる。これらの状態は圧力の印加に対して非常に敏感であり、ガラス基板を用いた場合であっても、スペーサーを散布する従来の方法では、基板間隔の変化に対して簡単に配向状態が変化してしまう。このような場合に、上述のような隔壁や柱状壁を形成することは、ガラス基板のみならず、たとえ可撓性の基板を用いた場合であっても非常に有効である。

【0008】印刷法による柱形成法は、例えば特開平11-109368号公報に開示されているように、熱可塑性高分子に球状スペーサーを混合し、スクリーン版やメタルマスクを用いて、樹脂構造物を形成する。樹脂構造物はポリ塩化ビニル樹脂、ポリ塩化ビニリデン樹脂、ポリ酢酸ビニル樹脂などが使用される。また、レジストのような感光性樹脂による方法は、例えば特許第2669609号公報に開示されているように、感光性高分子材料をガラス基板や可撓性基板に塗布し、リソグラフィー法によりマスクパターンに光照射して、現像することで、樹脂による堰を形成する。堰を構成する高分子物質としては、ポリアミド系、ポリエチレン系、ポリイミド系、あるいはポリエーテルスルホン系の物質などが用いられる。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の印刷法では、樹脂構造物における微細な線幅が実現できないこと、壁高が均一でないこと、熱可塑性高分子を用いるため熱工程が必要で可撓性基板を高温処理しなければならないこと等の問題がある。可撓性基板は高温に弱く、熱がガラス転移点を超えると変形が生じ、平坦性が損なわれるおそれがある。また、上述の感光性樹脂による方法では、レジストを塗布後、アリベーク工程を通した後、露光し、更に現像工程の後にポストベーク工程を有するので手間がかかる。さらに、現像する際に現像液

によりレジストが除去されるので、下地の配向膜や基板上の薄膜が直接現像液に触れる。そのため、配向膜等の下地を痛めると言う欠点がある。また、通常の液晶ディスプレイでは、基板間の厚みが5μm程度と厚いため、隔壁形成用フォトレジストは集積回路のパターン形成時と較べると数十倍も厚く塗布する必要があるが、その場合、隔壁とするレジストの線幅は10μm程度が限界である。

【0010】従って本発明の目的は、基板に悪影響を与えることなく微細隔壁で基板間距離を一定に保つことのできるフラットパネルディスプレイの作製方法を提供することにある。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的は、基板間に表示物質を挟持するフラットパネルディスプレイの作製方法であって、予め作製された隔壁部材を一方の基板上に固定する工程と、前記隔壁部材上に表示物質を注入する工程と、前記表示物質上に他方の基板を覆い被せる工程とを含むフラットパネルディスプレイの作製方法により、達成される。ここで、隔壁部材は、レーザーアブレーション加工により作製されることが好ましい。この隔壁部材は、誘電体材料、高分子材料および金属薄膜の群から選ばれる少なくとも1つの材料より形成することができる。また、隔壁部材は、三角形、四角形、梯子状、マトリックス状、ハニカム状およびストライプ状の群から選ばれる少なくとも1つの形状のパターンを有するよう作製することができる。この隔壁部材は、基板間距離を規定するスペーサーとして用いることができる。また、前記基板は可撓性材料で形成することができる。

【0012】本発明に係る液晶ディスプレイの作製方法は、一方の基板上に配向膜を形成する工程と、前記配向膜の形成された基板上に予め作製された隔壁部材を固定する工程と、前記隔壁部材上に液晶を注入する工程と、前記液晶上に他方の基板を覆い被せる工程とを含むものである。この場合、前記隔壁部材の基板への固定に先立って、前記隔壁部材に紫外線硬化樹脂を着膜する工程を含むことが好ましい。液晶としては、コレステリック液晶を用いることができる。この場合、基板間に印加される少なくとも8kg/cm<sup>2</sup>の圧力に対して、液晶がプレーナー状態を維持するようにされる。このように構成することにより、プラスティック基板のような可撓性のある基板を用いたセルであっても十分な強度をもって基板間距離を一定に保ち、また基板の変形を起すことなく作製することができる。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】本発明に係るフラットパネルディスプレイの作製方法においては、基板間距離を一定に保つために挿入される隔壁部材としての網状シートが別途、予め用意される。従って、まず、この網状シートの作製方法について述べ、続いて、フラットパネルディス

プレイの作製方法を説明する。

【0014】図1は、レーザー加工により網状シートを作製するための装置構成を示す図である。図示のように、可動ステージ11上には、纖維状体12を介して、被加工対象である網状シート用のポリイミドフィルム13が置かれている。ポリイミドフィルム13には、エキシマレーザー発振装置14からレーザー光10が、マスク15、縮小光学系レンズ16、ミラー17を介して照射される。ポリイミドフィルム13のレーザー光照射面には、加工時に、アシストガス噴射装置18からアシストガスが噴射される。本例では、エキシマレーザー発振装置14としてKrFレーザーを使用し、網状シートの隔壁をレーザーアブレーションの手法を用いて作製した。KrFレーザーの最大出力は400mJであるが、本例では1パルス200mJとして100Hzで発振させ加工作業を行った。

【0015】膜厚7μmのポリイミドフィルム13は、緩衝材としての纖維状体12（例えば無塵紙）を介して、可動ステージ11に真空チャックで固定される。この纖維状体12は、レーザーアブレーション加工後に、薄膜のポリイミドフィルム13を可動ステージ11から取り外し易くするのに好適である。レーザー照射用のマスク15としては、網状パターンのレーザー光遮蔽用マスクを用いることができる。この網状マスクは誘電体多層膜を用いて作製されており、不要なレーザー光線は誘電体多層膜によりほぼ100%反射され、所望のパターンが投射できる。網の目に相当する間隔は400μmである。また、マスク上での隔壁の幅は20μmである。本実施例では誘電体多層膜による反射鏡を用いたが、マスクとしてはより安価なメタルマスクを適用することもできる。

【0016】上記マスクによる露光パターンは、更に縮小光学系レンズ16にて1/4に縮小され、ポリイミドフィルム13へ照射される。ポリイミドフィルム13を加工する際、加工部分付近へアシストガス噴射装置18からアシストガス（酸素）を吹き付けて、アブレーションにより放出されるアラズマの安定なガス化を促進させる。また、アシストガスによる風力により物質輸送を促して、ポリイミドフィルム13の汚染を防止する事ができる。一領域へのレーザー照射時間は0.7秒である。すなわち、70ショットのレーザー照射によりポリイミドフィルム13を気化し、隔壁を形成することができる。

【0017】図2(a)、(b)はそれぞれ、隔壁部材としての網状シートの平面図である。例えば、同図(a)に示すように、ポリイミドフィルム13に100μm間隔で線幅5μmの正方形パターンの隔壁が形成される。また、隔壁パターンは、同図(b)のように、梯子状とすることもできる。

【0018】図3(a)～(c)は、本発明に係るフ

ットパネルディスプレイの作製方法を示す工程図である。基板としては、可撓性のある、例えば、厚さ125μクロンのポリカーボネート(PC)基板を使用する。下部基板31は、次のようにして形成される。まず、PC基板にITO(indium-tin-oxide)膜をスパッターで蒸着する。その後、フォトリソグラフィー工程を経て、PC基板上にストライプ状のマトリックス電極を形成する。続いて、ITO膜からの反射を防止するための反射防止膜（例えば、日産化学社製H8000）を電極上に設け、更にその上に、PI(polyimide)による配向膜を塗布して、下部基板31とする。

【0019】一方、別途作製した網状シート32を紫外線硬化樹脂雰囲気中に通し、500Åほど紫外線硬化樹脂を着膜して、図3(a)に示すように、下部基板31上に配置する。または、下部基板31の配向膜形成面を、網状シート32に重ねてもよい。図4は、この状態を示す斜視図である。その後、紫外線を照射し、紫外線硬化樹脂により網状シート32を下部基板31に固定する。次に、同図(b)に示すように、網状シート32上にコレステリック液晶（カイラルネマティック液晶）33を滴下する。そして、同図(c)に示すように、対向側の上部基板34を液晶33の上に覆い被せる。この際、空気が混入しないように留意して液晶33を網状シート32の隔壁内に保持し、不要な液晶を除去してから、両基板31、34の周囲を封止して液晶セルを作製する。図5は、この状態を示す部分的断面図である。このようにして作製された液晶セルに電圧を印加して、プレーナー状態を形成したところ、緑色の選択反射光が観測された。この時8kg/cm<sup>2</sup>以上の圧力を印加してもプレーナー状態は変化を受けないことを確認した。

【0020】このように本発明では、隔壁部材としての網状シートを作製するに際してレーザーアブレーション加工法を用いている。よって以下、この方法について詳述する。レーザーアブレーション加工にはArF、XeCl、KrFなどのガスを用いたエキシマレーザーが主に用いられる。エキシマレーザーはその波長が短く紫外光であり、そのため光子のエネルギーが高く、物質に照射したとき、その構成分子の分子結合を切断し、分子が分解するのでアラズマ状態が実現される。

【0021】アラズマ状態は正負にイオン化した原子のガス状態であり、容易に飛散する。又このアラズマ状態はそのままでは不安定であり、すなわち化学的に活性であり、周囲に損傷を与えるが、酸素などのアシストガスにより酸化させて安定なガス化を促進することで、周囲への影響を大幅に低減することができる。また、この工程は、瞬間に分子結合を分断し分解するため、溶融とは異なり熱の影響を押さえられる。そのため薄膜であっても熱変形が起こらず微細加工に好適である。

【0022】高分子材料では、C-C、C=C、C-H

などの分子結合状態から構成されるものが多く、エキシマレーザーの照射により、これらの高分子結合が多光子過程により選択的に切断され、分子、原子によるプラズマ状態が実現される。ポリイミドフィルムを用いた例では、プラズマ化したポリイミドがアシストガスや空気中に存在する酸素と結合し、炭酸ガスや水蒸気となり飛散するので、数ミクロンという非常に薄い高分子膜であっても、熱的な変形を受けることなく、マスクパターンを忠実に反映した微細な加工を行うことができる。

【0023】また、レーザーアブレーション加工による加工部分や周囲への汚染に関しては、酸素によるアシストガスを用いてプラズマ化した加工物のガス化を促進しており、コンタミネーションやパーティクルの発生を十分に押さえることもできる。また、除去した部分には、高分子の残りと思われるスカムが見られることがあり、これはポリイミドフィルムを固定する繊維状体（例えば無塵紙）上に薄く堆積、付着する。更に、レーザー光をレンズ系による縮小光学系を通して樹脂等の加工物に照射するので、実物のマスク寸法を正確に縮小、反映したパターンを高精度に形成することができる。

【0024】本発明では、このレーザーアブレーション法を用いて高分子膜を加工することにより、網状シートの形状を、三角形、四角形、梯子状、マトリックス状、ハニカム状、あるいはストライプ状など多種多様に作製可能であり、それを可撓性基板の上に接着配置し、隔壁を形成している。すなわち、本発明は、レーザーアブレーション法によりフィルム部材にレーザー光を照射し、従来技術では得られない微細な隔壁を有する網状シートを形成し、これを基板間に挟み込むことにより、圧力印加に対して安定なセルを作製するものである。

【0025】レーザーアブレーション法を用いた隔壁形成法は、例えば特開平9-90327号公報に開示されているが、この技術は、予め高分子材料をガラス基板に塗布しておき、その上部よりレーザー光を照射して不要部分の高分子材料を除去し、隔壁を形成するものである。しかしながら、この方法では、レーザーアブレーションにより、ガラス基板上部に塗布した配向膜や絶縁膜、あるいは透明電極等が損傷を受けるおそれがある。また、可撓性基板を用いる場合には、可撓性基板自体がレーザーアブレーションにより損傷を受けるおそれがある。この種の損傷を避けるには、レーザー光の出力制御に高い精度が要求される。このため、この方法での実施は実際に難しいと考えられる。また、ガラス基板を用いた場合であっても、レーザーアブレーションにより飛散した高分子材料が、隔壁には存在しないものの、除去された部分にはスカムとして残り、その除去は容易でない。本発明では、高分子材料による網状シートをレーザーアブレーションにより別途作製しておき、その網状隔壁を基板間に挟み込むため、上記のような問題は発生しない。

【0026】次に、隔壁の精度について述べると、本発明では、隔壁と隔壁の間隔が10μm、隔壁の幅が5μmの網状パターンをレーザーアブレーション加工により形成することができる。このように極めて微細な隔壁を形成できるので、高精細な網状シートを得ることができ、開口率の高いフラットパネルディスプレイを作製可能である。また、隔壁作製の微細化の要求が高くない場合は、炭酸ガスレーザーによる熱加工でも、この種の網状シートを作製することができる。

【0027】本発明では、このようにして作製された網状シートを下部基板上に貼り付け、この網状シート上に液晶を滴下し、その上に、上部基板を空気が入らないようにして貼りあわせる。その後、周囲にはみ出した液晶を除去して液晶セルが完成する。このように形成すると、通常のレジスト工程では影響を強く受ける基板上の配向膜やその他の基板上の機能膜は、この隔壁形成工程により原理上全く影響を受けないとされる利点がある。

【0028】また、エキシマレーザーのビーム径が半径数十ミリ程度と限定された大きさである場合には、20インチほどの液晶ディスプレイ用の網状シートを作製する際、1回のレーザー照射では隔壁をすべて形成できない。その場合は、照射位置を移動し、複数回に分けてビームを照射することで対応可能である。なお、本実施例では、液晶ディスプレイの作製方法を例にとって説明したが、本発明はそれに限定されることなく、それ以外のフラットパネルディスプレイの作製方法にも適用されるものである。

【0029】

【発明の効果】本発明によれば、作製効率が高く、圧力印加に対して安定なフラットパネルディスプレイを作製することができる。また、基板に悪影響を与えることなく、極めて微細な隔壁を形成できるので、開口率の高いフラットパネルディスプレイを作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】レーザー加工により網状シートを作製するための装置構成を示す図である。

【図2】(a)、(b)は、それぞれ網状シートの平面図である。

【図3】(a)～(c)は本発明に係るフラットパネルディスプレイの作製方法を示す工程図である。

【図4】下部基板上に固定された網状シートを示す斜視図である。

【図5】上部基板を表示物質（液晶）上に覆い被せる工程を示す部分の断面図である。

【符号の説明】

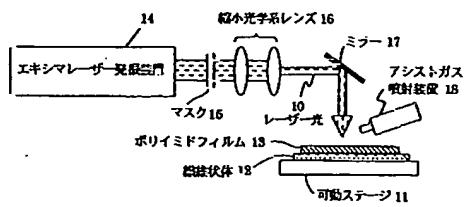
31 下部基板

32 網状シート

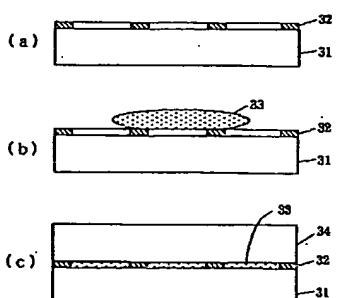
33 表示物質（液晶）

34 上部基板

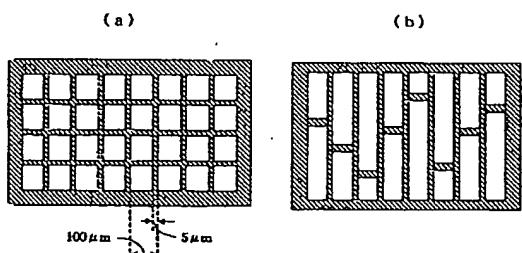
【図1】



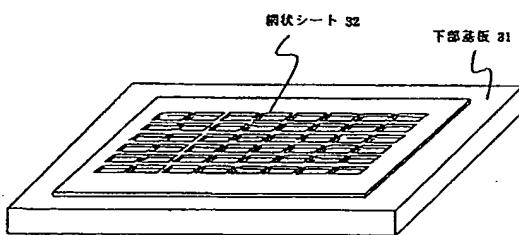
【図3】



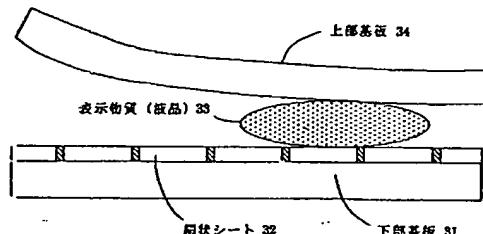
【図2】



【図4】



【図5】




---

フロントページの続き

(72)発明者 田中 俊英  
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ  
ックス株式会社海老名事業所内  
(72)発明者 氷治 直樹  
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ  
ックス株式会社海老名事業所内  
(72)発明者 鬼地 丈人  
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ  
ックス株式会社海老名事業所内

(72)発明者 山本 滋  
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ  
ックス株式会社海老名事業所内  
Fターム(参考) 2H089 HA15 LA09 LA10 LA19 LA20  
NA07 NA13 NA17 NA22 NA35  
NA58 QA12 QA14 RA16 TA04  
2H090 JA03 JB03 KA09 LA02  
50094 AA03 AA10 AA43 EC03 EC04  
GB10  
5G435 AA03 AA07 AA17 BB12 CC09  
KK05